

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-333204

(43)Date of publication of application : 20.11.1992

(51)Int.Cl.

H01F 17/00
G01R 33/02
G01R 33/16
H01L 23/12
// H01L 27/04

(21)Application number : 03-102778

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 08.05.1991

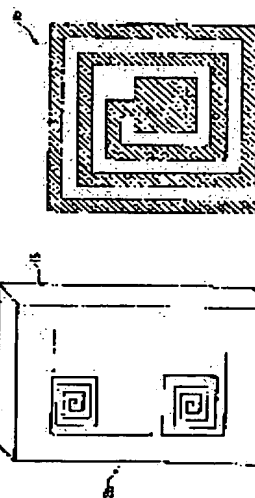
(72)Inventor : SASAKI NOBUO

(54) MAGNETO-DETECTION COIL

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a small-sized and high sensitivity coil by a method wherein a coil, which is formed by spirally winding a metal thin film wiring in the prescribed direction, is laminated in the same winding direction, the center of the laminated coils are electrically connected, and a plurality of them are formed on an insulated substrate.

CONSTITUTION: The title detection coil is constituted by forming two sets of laminated spiral coils 16 on a substrate 15. Quartz glass is used for the substrate 15, and the substrate is used by providing it on the surface of the pole piece of a magnet to be used for application of external magnetic field. Besides, the spiral coils are formed by the aggregate of a linear wiring, and the wiring can be formed easily by photoetching. As a result, a small-sized and highly sensitive magneto-detecting coil 12b can be obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-333204

(43) 公開日 平成4年(1992)11月20日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 F 17/00	D	7004-5E		
G 0 1 R 33/02		8203-2G		
33/16		8203-2G		
H 0 1 L 23/12				
		7352-4M		
			H 0 1 L 23/12	B
審査請求 未請求 請求項の数 3 (全 8 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平3-102778

(22) 出願日 平成3年(1991)5月8日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 佐々木 伸夫

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 井祐 貞一

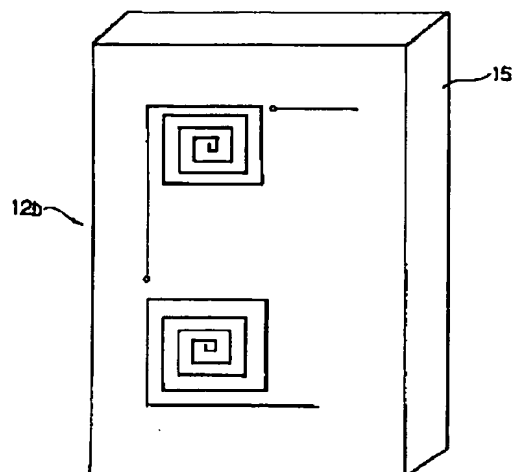
(54) 【発明の名称】 磁気検出コイル

(57) 【要約】

【目的】 本発明は磁気検出コイルに関し、小型で高感度な磁気検出コイルを提供することを目的としている。

【構成】 金属薄膜配線を所定の方向に螺旋状に巻いて形成するコイルを、巻方向が同じになるように絶縁膜を介して積層し、該積層したコイルのコイルの中心を電気的に接続して単一の絶縁基板上に複数形成するように構成する。

本発明一実施例の磁気検出コイルの斜視図



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 金属薄膜配線を所定の方向に螺旋状に巻いて形成するコイルを、巻方向が同じになるように絶縁膜を介して積層し、該積層したコイルのコイルの中心を電気的に接続して単一の絶縁基板上に複数形成することを特徴とする磁気検出コイル。

【請求項2】 前記積層されたコイルは下層の配線間を上層の配線を配置して積層することを特徴とする請求項1の磁気検出コイル。

【請求項3】 前記コイルは直線配線の集合体で形成することを特徴とする特許請求1、または2の磁気検出コイル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、磁気検出コイルに係り、詳しくは、例えば、変位法による磁化測定分野に用いて好適な、振動試料型磁力計に用いる磁気検出コイルに関する。

【0002】 近年、産業上の様々な必要に伴って、新材料の開発が今後ますます盛んになっており、新材料の開発には、材料の物性を知ることが大切であり、物性の評価法の1つとして磁気的性質を知ることが、その材料の磁気的性質を利用しない場合でも、重要である。

【0003】 例えば、電力消費の少ない送電線として期待されている超伝導の場合でも、抵抗を直接計るだけでは、超伝導状態か否かの判定は困難で、マイスナー効果等の磁気的測定を兼用する必要があるのは広く知られている通りである。

【0004】 そこで、材料の磁気的性質を知るため、より高精度な磁気検出手段、例えば、振動試料型磁力計等が必要になる。

【0005】

【従来の技術】 従来のこの種の磁気検出コイルとしては、例えば、図5に示すような振動試料型磁力計に用いられるようなものがある。

【0006】 振動試料型磁力計は、自動化測定装置の一つで、変位法による磁気測定法を自動化したものであり、変位法による磁気測定方法は、一定周波数で試料を振動させることによって、検出コイルに誘起する交流の誘導起電力を検出するもので、狭帯域増幅器を用いることにより、非常に弱い磁気の測定ができるというものである。

【0007】 また、積分型磁束計では不可能である残留磁化の測定が可能であり、零点移動が無い等の特徴を備えている。図5において、1は加振器、2は標準信号検出コイル、3は標準信号発生コイル、4はスペーサ、5は試料支持棒、6はガラス管、7は外側デュワー、8は内側デュワー、9はスペーサ、10はヒータ、11はコイル取付台、12は磁気検出コイル（試料信号検出コイル）、13は試料である。

2

【0008】 以上の構成において、まず、外磁界印加用コイルにより外磁界が試料13に印加されて試料13が磁化された後、加振器1により振動させられると、試料13は磁化されているので磁気双極子とみなされ、磁気双極子が振動しているのと同様に試料13の近くに配置された磁気検出コイル12内を貫く磁束が時間に対して変化する。すなわち、試料13の磁化、及び振動に対応して磁気検出コイル12内には誘導起電力が発生され、起電力が検出されることにより磁化が求められる。

【0009】 原理は以下に述べる。座標軸の原点(0, 0, 0)に磁化Mでx方向を向いた試料13があり、z方向に角振動数 ω 、振幅aで単振動している場合を考える。

【0010】 一般に、(0, 0, Z)にある双極子MがA(x, y, z)点につくる磁気ポテンシャル $\phi(x, y, z, Z)$ は、

【0011】

【数1】

$$\phi = \frac{Mx}{4\pi\mu_0 R^2}$$

【0012】 で与えられる。なお、数1中のRは、磁気双極子MとA点の距離であり、

【0013】

【数2】

$$R = \sqrt{x^2 + y^2 + (z - Z)^2}$$

【0014】 で表される。すなわち、双極子Mが $Z = a \cdot \exp(i\omega t)$ で単振動するときは、A点の磁気ポテンシャルは、

【0015】

【数3】

$$\phi = \frac{Mx}{4\pi\mu_0 r^2} + \frac{3Mxz}{4\pi\mu_0 r^3} a e^{i\omega t}$$

【0016】 で与えられる。なお、数3中のrは、原点(0, 0, 0)とA点との距離であり、

【0017】

【数4】

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

【0018】 で表される。磁化を与える式は磁気検出コイルの配置によって異なり、ここでは、図6、7に示すような第1配置と第2配置との2種類の配置を考える。なお、図6、7中、14は磁石である。

【0019】 第1配置は、図6に示すように、断面積S、巻数Nのコイル12aがxy面に垂直に座標(x, y, 0)に配置される場合であり、

【0020】

【数5】

(3)

待開平4-333204

$$H_z(x, y, 0) = - \frac{\partial \phi}{\partial z} \Big|_{z=0}$$

$$= (\text{時間に対して一定の項}) - \frac{3 a M x}{4 \pi \mu_0 r^3} e^{i \omega t} \Big|_{z=0}$$

【0021】であるので、コイルの起電力Vは、
 【0022】

*【数6】

$$V = -N \mu_0 S \frac{\partial H_z}{\partial t} = 1 \frac{3 N S a \omega M x}{4 \pi r^3} e^{i \omega t}$$

【0023】となり、振幅 $3 N S a \omega M x / 4 \pi r^3$ の正弦波となる。すなわち、この振幅より磁化Mが求められる。第2配置は、図7に示すように、螺旋状に巻かれた平面コイル12bであり、半径d、配線ピッチΔ、巻数Nのコイル16が、コイル面がx軸に垂直で、コイル12bの中心位置が座標(x, 0, z)に配置される場合であり、これは、例えば、コイル12bを外部磁場印※

※加の磁石14のポールピース表面に張りつけた場合に相当する。

【0024】コイル12bの位置A点における磁気ポテンシャルφ(x, y, z, t)は、

【0025】

【数7】

$$\phi(x, y, z, t) = \frac{M x}{4 \pi \mu_0 r^3} + \frac{3 M x z}{4 \pi \mu_0 r^5} a e^{i \omega t}$$

【0026】すなわち、
 【0027】

★【数8】

★

$$H_x(x, y, z) = - \frac{\partial \phi}{\partial x}$$

$$= (\text{時間に対して一定の項}) - \frac{3 a M z e^{i \omega t}}{4 \pi \mu_0} \left[\frac{1}{r^5} - \frac{5 x^2}{r^7} \right]$$

【0028】

30 【数9】

$H_x(x, 0, z)$

$$= (\text{時間に対して一定の項}) - \frac{3 a M z e^{i \omega t}}{4 \pi \mu_0} \left[\frac{1}{r^3} - \frac{5 x^2}{r^7} \right] \Big|_{y=0}$$

【0029】

【数10】

$$V \cong -\mu_0 \frac{\partial H_x}{\partial t} \pi \left[\Delta^2 + (2\Delta)^2 + (3\Delta)^2 + \dots + (N\Delta)^2 \right]$$

$$= -\mu_0 \frac{\partial H_x}{\partial t} \pi \Delta^2 \left[1^2 + 2^2 + 3^2 + \dots + N^2 \right] = -\mu_0 \frac{\partial H_x}{\partial t} \pi \Delta^2 \frac{N^3}{3}$$

$$= \frac{i a \omega M z \Delta^2 N^3}{4} e^{i \omega t} \left[\frac{1}{r^5} - \frac{5 x^2}{r^7} \right] \Big|_{y=0}$$

【0030】ここで、 $N = d / \Delta$ であるから、
 【0031】

【数11】

5

$$V = \frac{i \omega a M z d^3}{4 \Delta} e^{i \omega t}$$

【0032】したがって、 d が一定の時、 V は Δ に反比例する。なお、第2配置のコイル12bの実際の形状としては、例えば、図8に示すような線幅0.03mm、線間0.01mm、巻線ピッチ0.04mm(40 μ m)のコイルを一平面内に巻いて平板に貼り付けたものがあり、同一巻数で、巻方向が反対の2つのコイルを接続して感度アップを図ったものがある。

【0033】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来の磁気検出コイルにあっては、例えば、液体ヘリウム温度のような極低温で試料を測定しようとする場合のために、試料13の近傍に、試料13を冷却するためのデューワー8を配設するという構成となっていたため、試料13と磁気検出コイル12との距離が離れてしまい、感度の低下が起こるといった問題点があった。

【0034】すなわち、試料13、デューワー8、磁気検出コイル12b、磁石14の配置は、図9に示すようなものとなり、試料13と磁気検出コイル12bとの間にデューワー8が介在するため、試料13と磁気検出コイル12bとの距離が離れるためであり、数11に示すように、距離 r が離れると検出する信号が極端に減衰してしまふ。

【0035】そこで、磁気検出コイル12bをデューワー8内の試料13の近傍に配置することが考えられるが、磁気検出コイル12bの螺旋状コイルの直径は、略10cm程度の大きさを有しており、また、コイルを貼り付ける平板の厚みから、磁気検出コイル12bのサイズは、かなり大きなものとなるため、磁気検出コイル12bを試料13の近傍に配置するには、例えば、図10に示すように、デューワー8のサイズを大きくして試料室を広くすることが必要となる。

【0036】したがって、磁気検出コイル12bを試料13の近傍に配置するために試料室を広くすれば、今度は試料13と外部磁界印加用の磁石14とのポールピース間が広くなり、同じ磁界の強さを得るためには全体が一回り大きな磁石14が必要となり、装置全体が大型化して高価になるという新たな問題点が生じることとなる。

【0037】【目的】そこで本発明は、小型で高感度な磁気検出コイルを提供することを目的としている。

【0038】

【課題を解決するための手段】本発明による磁気検出コイルは上記目的達成のため、金属薄膜配線を所定方向に螺旋状に巻いて形成するコイルを、巻方向が同じになるように絶縁膜を介して積層し、該積層したコイルのコイルの中心を電気的に接続して単一の絶縁基板上に複数形成するように構成している。

6

$$\left[\frac{1}{r^3} - \frac{5x^2}{r^7} \right] y = 0$$

【0039】なお、前記コイルは下層の配線間に上層の配線を配置して積層することが有効であり、また、直線配線の集合体で形成することが配線形成の際に、特に有効となる。

【0040】

【作用】本発明では、金属薄膜配線により形成されるコイルが単一の絶縁基板上に複数形成され、絶縁膜を介して積層される。このとき、コイルは同方向に巻かれた2つのコイルの中心が電気的に接続され、下層の配線間に上層の配線が配置されて積層される。

【0041】すなわち、金属薄膜配線により小型のコイルが得られ、単一の絶縁基板上に複数形成されることにより高感度なコイルが得られる。また、コイルが直線配線の集合体により形成されることにより、フォトエッチング等により微細な配線が容易に形成される。

【0042】

【実施例】以下、本発明を図面に基づいて説明する。図1～3は本発明に係る磁気検出コイルの一実施例を示す図であり、図1は本実施例の磁気検出コイルの斜視図である。

【0043】まず、構成を説明する。

【0044】なお、図1において、図8に示した従来例に付された番号と同一番号は同一部分を示す。小型で高感度の磁化測定装置を作るためには、巻数が多く、ピッチの小さい磁気検出コイルを作ることが必要である。

【0045】すなわち、本実施例では、従来の細い線を巻いてコイルを作る代わりに、平面基板に蒸着等で形成した金属薄膜を、LSI等に用いられて発展してきたフォトリソグラフィ技術(フォトエッチング)を用いることにより、線幅、及び線間を小さくし、また、配線ピッチを改善している。

【0046】さらに、感度を高めるために、複数のスパイラル状のコイルを単一の基板上に集積し、それらを互いに接続したり、また、狭い空間で感度を高めるために、スパイラル状のコイルを複数層に積層することで大きさを拡大することなく巻数を拡大している。

【0047】具体的には、本実施例の磁気検出コイル12bは、積層した2つのスパイラルコイル15を基板16に2組形成して構成され、基板16としては石英ガラスを用い、外部磁場印加用の磁石14のポールピース表面に設置して振動試料型磁力計の磁気検出コイル12bとして用いられている。

【0048】なお、スパイラルコイル15は、図2に示すように、直線配線の集合体によって形成され、スパイラルコイル15の配線にはAl(アルミニウム)を用いている。

【0049】図3は本実施例の磁気検出コイルの断面図

であり、層間絶縁膜17、及びカバー膜18としては、CVD-SiO₂を用いている。

【0050】本実施例では、図3に示すように、下層の配線LDの配線間に上層の配線LUが形成され、また、中心位置で上層と下層との配線LU、LDを電氣的に接続している。

【0051】すなわち、積層の際に、上層の配線LUが下層の配線LDの間にくるように配置することにより、凹凸を減らし、より全体的に薄いコイルが実現できる。

【0052】また、積層された二つのスパイラルを中心
10 部分で接続することにより、リード線をスパイラルに重ねて配線する必要がなくなり、リード線に伴うコイルの凹凸をなくし、より高感度のこいるが実現できる。

【0053】さらに、フォトリソグラフィーによる配線の容易さを高めるため、従来例のコイルのような円形ではなく、直線配線の集合体で形成されるスパイラルコイルとする。

【0054】以上の構成とすることにより、従来例では、直径10cmのスパイラルコイルで、配線ピッチは40μmであったが、本実施例では、ピッチ1μmで、
20 二重の積層構造となるため、約80倍の感度が実現できる。

【0055】また、細線を巻いたスパイラルコイルでは、スパイラルコイル製品間のバラツキが大きく、従来、たくさん作ったコイルの中から最適なコイルを選別して用いていたが、本発明の方法では、バラツキが実際上無いため、歩留まりが向上し、巻数の大きなコイルを作ることができる。

【0056】したがって、小さな試料室でも、低温の試料室内に磁気検出コイルを入れることができ、装置のマグネットの大きさを小さくして測定装置のコストを低減
30 することができる。

【0057】図4は本発明に係る磁気検出コイルの他の実施例を示す図であり、図4は本実施例の磁気検出コイルの平面図である。

【0058】まず、構成を説明する。なお、図4において、図2に示した一実施例に付された番号と同一番号は同一部分を示す。

【0059】図2に示すように、一実施例におけるスパイラルコイル16は四角形のものであったが、本実施例
40 のスパイラルコイル16は、三角形、または、六角形となっている。

【0060】すなわち、スパイラルコイル16としては、直線配線の集合体であれば、フォトエッチングにより容易に配線の形成ができる。したがって、本実施例では、スパイラルコイルの例として三角形、及び六角形
のものを例に採り説明したが、これに限らず、スパイラルコイルとしては直線配線からなる多角形のコイルであればよい。

【0061】このように本実施例では、金属薄膜配線に
50

より形成されるコイルを単一の絶縁基板上に複数形成でき、小型のコイルを得ることができる。また、コイルを単一の絶縁基板上に複数形成でき、高感度なコイルを得ることができる。

【0062】さらに、コイルを直線配線の集合体によって形成することによりフォトエッチング等で微細な配線を容易に形成できる。

【0063】したがって、デューワーを大きくしなくても磁気検出コイルを試料に近付けることができる。

【0064】

【発明の効果】本発明では、金属薄膜配線により形成されるコイルを単一の絶縁基板上に複数形成でき、小型のコイルを得ることができる。

【0065】また、コイルを単一の絶縁基板上に複数形成でき、高感度なコイルを得ることができる。

【0066】さらに、コイルを直線配線の集合体によって形成することによりフォトエッチング等で微細な配線を容易に形成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明一実施例の磁気検出コイルの斜視図である。

【図2】本発明一実施例の磁気検出コイルの平面図である。

【図3】本発明一実施例の磁気検出コイルの断面図である。

【図4】本発明他の実施例の磁気検出コイルの平面図である。

【図5】従来の振動試料型磁力計の全体構成を示す概略図である。

【図6】従来の磁気検出コイルの配置を説明するための斜視図である。

【図7】従来の磁気検出コイルの配置を説明するための斜視図である。

【図8】従来例のスパイラル型のコイルを示す斜視図である。

【図9】従来の問題点を説明するための図である。

【図10】従来の問題点を説明するための図である。

【符号の説明】

- | | |
|----|---------------------|
| 1 | 加振器 |
| 2 | 標準信号検出コイル |
| 3 | 標準信号発生コイル |
| 4 | スパーサ |
| 5 | 試料支持棒 |
| 6 | ガラス管 |
| 7 | 外側デューワー |
| 8 | 内側デューワー |
| 9 | スパーサ |
| 10 | ヒータ |
| 11 | コイル取付台 |
| 12 | 磁気検出コイル (試料信号検出コイル) |

(6)

特開平4-333204

- 13 試料
14 磁石
15 基板

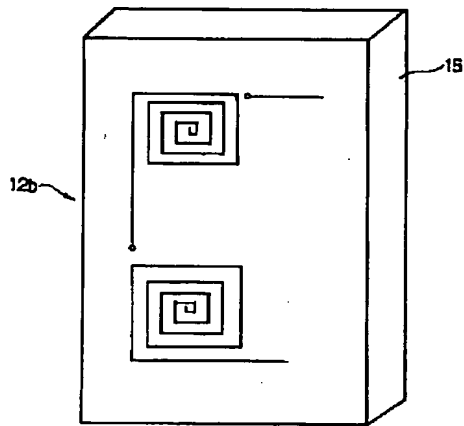
- 16 スパイラルコイル
17 層間絶縁膜
18 カバー膜

【図1】

本発明一実施例の磁気検出コイルの斜視図

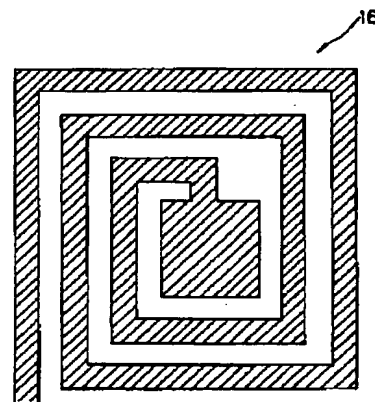
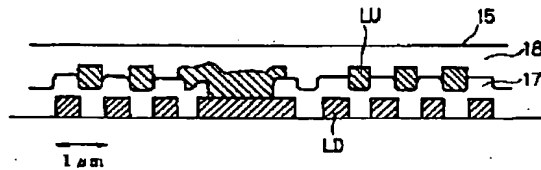
【図2】

本発明一実施例の磁気検出コイルの平面図



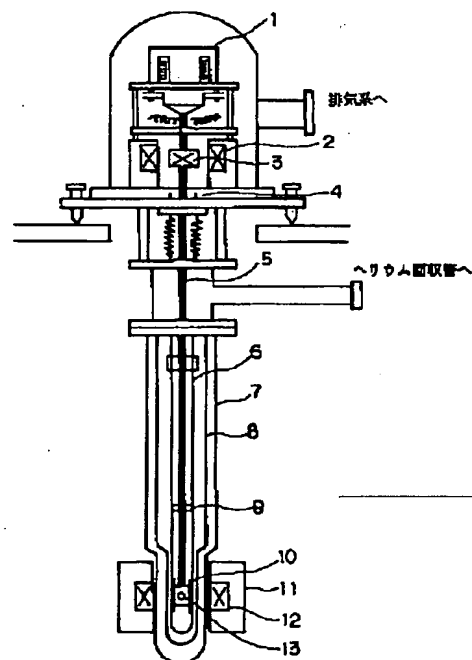
【図3】

本発明一実施例の磁気検出コイルの断面図



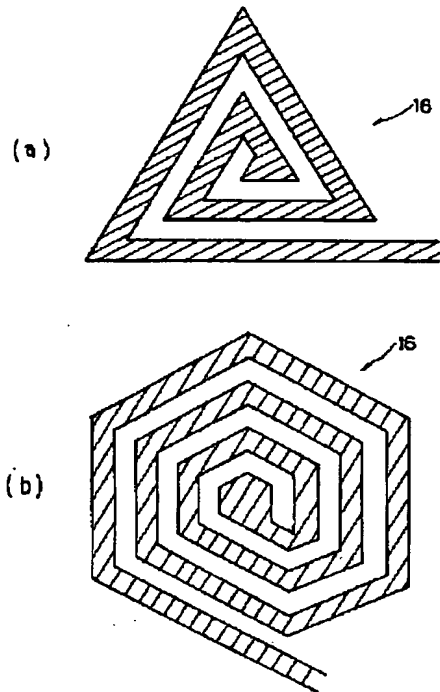
【図5】

従来の振動式料型計の全体構成を示す概略図



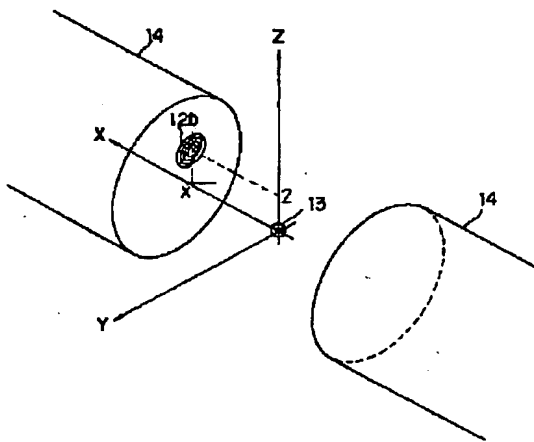
【図4】

本発明の実施例の磁気検出コイルの平面図



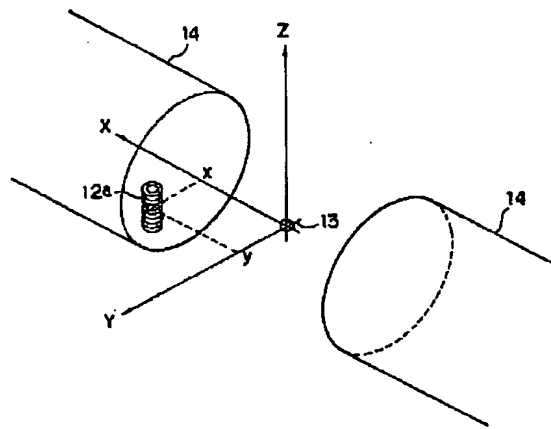
【図7】

従来の磁気検出コイルの配置を説明するための斜視図



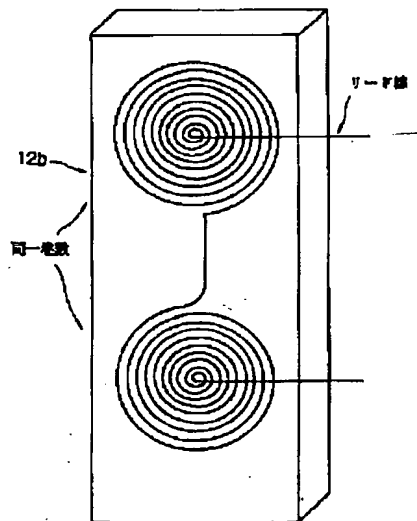
【図6】

従来の磁気検出コイルの配置を説明するための斜視図



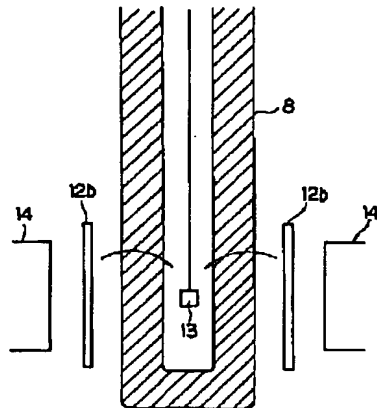
【図8】

従来例のスパイラル型のコイルを示す斜視図



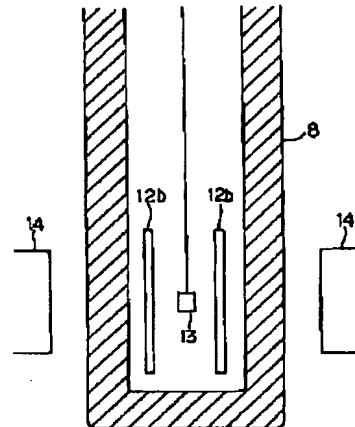
【図9】

従来の問題点を説明するための図



【図10】

従来の問題点を説明するための図



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶
 // H 0 1 L 27/04

識別記号 庁内整理番号
 L 8427-4M

F I

技術表示箇所